

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problems Mailbox.**

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-105137

(P2001-105137A)

(43)公開日 平成13年4月17日(2001.4.17)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	キーワード(参考)
B 2 3 K 9/127	5 0 9	B 2 3 K 9/127	5 0 9 D 3 F 0 5 9
B 2 5 J 9/22		B 2 5 J 9/22	A 5 H 2 6 9
G 0 5 B 19/42		G 0 5 B 19/42	P

審査請求 未請求 請求項の数5 O L (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平11-281925

(22)出願日 平成11年10月1日(1999.10.1)

(71)出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72)発明者 南 宏一

神奈川県横浜市鶴見区末広町二丁目4番地

株式会社東芝横浜事業所内

(72)発明者 青山 和夫

神奈川県横浜市鶴見区末広町二丁目4番地

株式会社東芝横浜事業所内

(74)代理人 100078765

弁理士 波多野 久 (外1名)

Fターム(参考) 3F059 A4D5 FA03 FA07

5H269 AB12 AB33 BB09 NN16 QC01

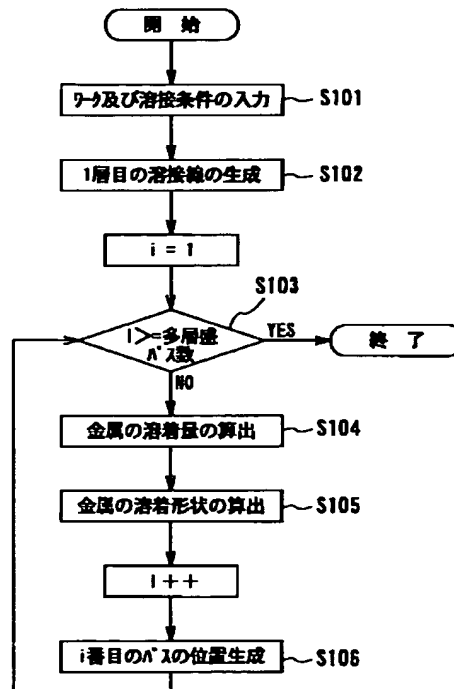
QC03 QC06 QC10 QE31 SA10

(54)【発明の名称】 溶接用オフライン教示装置および同装置を用いた大型構造物の製造方法

#### (57)【要約】

【課題】オペレータの負担が小さく、かつロボット動作を的確に行うことができる溶接用オフライン教示装置、およびこの装置を用いて安定した溶接作業を行うことができる大型構造物の製造方法を提供する。

【解決手段】コンピュータ13の記憶装置または外部記憶装置に、溶接用ロボット、その周辺装置、ロボットに取り付けられる溶接トーチおよびロボットにより溶接施工されるワークに関する情報をそれぞれ3次元モデルとして格納する。格納した情報を表示装置に表示させてロボットおよび周辺装置について動作の教示ならびにシミュレーションを可能とする。コンピュータ13は、ロボットにより行うべき多層盛溶接のパスを生成する手段として、各パスに設定された溶接条件に基づいて溶接部位に積層される溶着金属部の断面形状を算出する断面形状算出手段と、この断面形状算出手段によって得られた結果を基に次のパスの位置を生成する次パス位置生成手段とを備える。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 コンピュータの記憶装置または外部記憶装置に、溶接用ロボット、その周辺装置、上記ロボットに取り付けられる溶接トーチおよび上記ロボットにより溶接施工されるワークに関する情報をそれぞれ3次元モデルとして格納し、それらを表示装置に表示させて上記ロボットおよび周辺装置について動作の教示ならびにシミュレーションを可能とした溶接用ロボットのオフライン教示装置において、上記コンピュータは、上記ロボットにより行うべき多層盛溶接のパスを生成する手段として、各パスに設定された溶接条件に基づいて溶接部位に積層される溶着金属部の断面形状を算出する断面形状算出手段と、この断面形状算出手段によって得られた結果を基に次のパスの位置を生成する次パス位置生成手段とを備えたことを特徴とする溶接用オフライン教示装置。

【請求項2】 コンピュータの記憶装置または外部記憶装置に、溶接用ロボット、その周辺装置、上記ロボットに取り付けられる溶接トーチおよび上記ロボットにより溶接施工されるワークに関する情報をそれぞれ3次元モデルとして格納し、それらを表示装置に表示させて上記ロボットおよび周辺装置について動作の教示ならびにシミュレーションを可能とした溶接用ロボットのオフライン教示装置において、上記コンピュータは、上記ロボットにより行うべき多層盛バタリング溶接のパスを生成する手段として、溶接パスの間隔が任意の距離になるようにワーク表面に教示軌を生成する教示点生成手段と、教示軌でのワーク表面が任意の角度になるように上記ワークを搭載したポジショナーの各動作軸位置を算出する動作軸位置算出手段とを備えたことを特徴とする溶接用オフライン教示装置。

【請求項3】 コンピュータの記憶装置または外部記憶装置に、溶接用ロボット、その周辺装置、上記ロボットに取り付けられる溶接トーチおよび上記ロボットにより溶接施工されるワークに関する情報をそれぞれ3次元モデルとして格納し、それらを表示装置に表示させて上記ロボットおよび周辺装置について動作の教示ならびにシミュレーションを可能とした溶接用ロボットのオフライン教示装置において、上記コンピュータは、教示された溶接パスに設定された溶接条件に基づき、上記ワークの溶接変形量を算出する溶接変形量算出手段と、この溶接変形量算出手段により得られた変形量を基に上記ワークの3次元モデルの形状を変更する形状変更手段とを備えたことを特徴とする溶接用オフライン教示装置。

【請求項4】 請求項3に記載の溶接用オフライン教示装置において、多層盛溶接のパスを生成する手段は、各パスの溶接による変形量に基づいて次のパスの位置を生成する次パス位置生成手段を備えたことを特徴とする溶接用オフライン教示装置。

【請求項5】 3次元曲面で構成される複数の部材を溶接により組立てて大型構造物を製造する方法において、

上記部材の少なくとも1つに、開先を機械加工するための基準面となる平面を有する複数の突起を設ける一方、上記各部材の溶接施工するために、請求項1から4までのいずれかに記載の溶接用オフライン教示装置で作られたロボット用教示データに、上記突起を検出する動作命令を付加しておき、上記教示データをロボットで再生する際に、上記突起の3平面をセンサによって検出して教示データを修正し、この修正した教示データに基づいて溶接施工を行うことを特徴とする大型構造物の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ロボットを用いて大型構造物の溶接組立を行う場合に適用される溶接用オフライン教示装置および同装置を用いた大型構造物の製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来、コンピュータの記憶装置または外部記憶装置に、溶接用ロボット、その周辺装置、上記ロボットに取り付けられる溶接トーチおよび上記ロボットにより溶接施工されるワークに関する情報をそれぞれ3次元モデルとして格納し、それらを表示装置に表示させて上記ロボットおよび周辺装置について動作の教示ならびにシミュレーションを行う技術が知られている。

【0003】このようなロボットの教示方法は大きく分けて、ロボットを用いて直接教示する方法と、オフラインで教示する方法との2種類がある。

【0004】前者の直接教示する方法は、オペレータがロボットコントローラを操作することにより、実際にロボットを動作させ、ワークにロボットアーム先端に設けた溶接トーチなどのツールの位置合わせを行い、その位置をコントローラに記憶させるものである。この方法では、オペレータの技量に依存するために、オペレータの負担が大きい。

【0005】後者のオフラインで教示する方法は、上記教示方法をコンピュータの3次元モデル表示上で行うものである。この方法では、オペレータは、コンピュータ上のロボットモデルを操作し、教示点を作成する。教示点の多い多層盛溶接では、オペレータの負担は大きい。また、ワークのモデル作成には、設計時のデータが用いられる。この場合、ワークの溶接中の変形を考慮しないために、実際にロボットによりオフライン教示データを再生した場合、オペレータの意図に沿わない動作となることがある。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】ロボットによる多層盛溶接の教示では、教示位置が多いためにオペレータの負担が大きい。また、従来のオフライン教示装置では、溶接変形を考慮していないため、オフライン教示データをロボットで再生したときに教示位置とロボットの動作位

10

20

30

40

50

置とに誤差が生じる。

【0007】本発明はこのような事情に鑑みてなされたもので、その目的は、オペレータの負担が小さく、かつロボット動作を的確に行うことができる溶接用オフライン教示装置を提供することにある。

【0008】また、本発明の他の目的は、上記の装置を用いて安定した溶接作業を行うことができる大型構造物の製造方法を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】前記の目的を達成するために、請求項1の発明では、コンピュータの記憶装置または外部記憶装置に、溶接用ロボット、その周辺装置、上記ロボットに取り付けられる溶接トーチおよび上記ロボットにより溶接施工されるワークに関する情報をそれぞれ3次元モデルとして格納し、それらを表示装置に表示させて上記ロボットおよび周辺装置について動作の教示ならびにシミュレーションを可能とした溶接用ロボットのオフライン教示装置において、上記コンピュータは、上記ロボットにより行ふべき多層盛溶接のパスを生成する手段として、各パスに設定された溶接条件に基づいて溶接部位に積層される溶着金属部の断面形状を算出する断面形状算出手段と、この断面形状算出手段によって得られた結果を基に次のパスの位置を生成する次パス位置生成手段とを備えたことを特徴とする溶接用オフライン教示装置を提供する。

【0010】請求項2の発明では、コンピュータの記憶装置または外部記憶装置に、溶接用ロボット、その周辺装置、上記ロボットに取り付けられる溶接トーチおよび上記ロボットにより溶接施工されるワークに関する情報をそれぞれ3次元モデルとして格納し、それらを表示装置に表示させて上記ロボットおよび周辺装置について動作の教示ならびにシミュレーションを可能とした溶接用ロボットのオフライン教示装置において、上記コンピュータは、上記ロボットにより行ふべき多層盛溶接のパスを生成する手段として、溶接パスの間隔が任意の距離になるようにワーク表面に教示軌を生成する教示点生成手段と、教示軌でのワーク表面が任意の角度になるように上記ワークを搭載したポジショナーの各動作軸位置を算出する動作軸位置算出手段とを備えたことを特徴とする溶接用オフライン教示装置を提供する。

【0011】請求項3の発明では、コンピュータの記憶装置または外部記憶装置に、溶接用ロボット、その周辺装置、上記ロボットに取り付けられる溶接トーチおよび上記ロボットにより溶接施工されるワークに関する情報をそれぞれ3次元モデルとして格納し、それらを表示装置に表示させて上記ロボットおよび周辺装置について動作の教示ならびにシミュレーションを可能とした溶接用ロボットのオフライン教示装置において、上記コンピュータは、教示された溶接パスに設定された溶接条件に基づき、上記ワークの溶接変形量を算出する溶接変形量算

出手段と、この溶接変形量算出手段により得られた変形量を基に上記ワークの3次元モデルの形状を変更する形状変更手段とを備えたことを特徴とする溶接用オフライン教示装置を提供する。

【0012】請求項4の発明では、請求項3に記載の溶接用オフライン教示装置において、多層盛溶接のパスを生成する手段は、各パスの溶接による変形量に基づいて次のパスの位置を生成する次パス位置生成手段を備えたことを特徴とする溶接用オフライン教示装置を提供する。

【0013】請求項5の発明では、3次元曲面で構成される複数の部材を溶接により組立てて大型構造物を製造する方法において、上記部材の少なくとも1つに、開先を機械加工するための基準面となる平面を有する複数の突起を設ける一方、上記各部材の溶接施工するために、請求項1から4までのいずれかに記載の溶接用オフライン教示装置で作られたロボット用教示データに、上記突起を検出する動作命令を付加しておき、上記教示データをロボットで再生する際に、上記突起の3平面をセンサによって検出して教示データを修正し、この修正した教示データに基づいて溶接施工を行うことを特徴とする大型構造物の製造方法を提供する。

【0014】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態について、図面を参照して説明する。

【0015】図1は、オフライン教示装置の基本構成を示している。このオフライン教示装置は、キーボード11、マウス12、コンピュータ13、ディスプレイ14、外部記憶装置15を備えている。このオフライン教示装置では、キーボード11またはマウス12を用いて入力を行い、入力されたロボットや周辺装置、あるいはロボットに取り付けられた溶接トーチ、さらにロボットにより溶接施工されるワーク等を、ディスプレイ14に形状モデルとして表示する。

【0016】次に、オペレータがディスプレイ14に表示されたロボットまたはロボットのエンドエフェクタのモデルの位置および姿勢を教示することにより、コンピュータ13でロボット座標軸の教示データを作成し、外部記憶装置15に出力する。

【0017】コンピュータ13は、ロボットにより行ふべき多層盛溶接のパスを生成する手段として、各パスに設定された溶接条件に基づいて溶接部位に積層される溶着金属部の断面形状を算出する断面形状算出手段と、この断面形状算出手段によって得られた結果を基に次のパスの位置を生成する次パス位置生成手段とを備える。

【0018】図2は、このような装置を使用して、教示点の自動生成を行う場合の手順を示すフローチャートである。

【0019】まず、前述したキーボード11やマウス12を用いて、ワーク形状および多層盛溶接の各パスの溶

接条件を入力する(S101)。これにより、入力した情報に基づいて、多層盛の第1層目の溶接パスが生成される(S102)。生成されたパス数は、判断手段によって設定パス数に達しているか否かが判定され、達していない場合(NO)には、次のステップへ進み、溶接パスの溶接条件から溶接部の溶着金属量が計算される(S104)。次いで、溶接部に溶着した金属の形状が算出され(S105)、これに基づき次層の溶接パスが生成される(S106)。このようにして、多層盛溶接のパス数の回数だけ、ステップ(S103)からステップ(S106)が繰り返され、所定パス数に達したら(S103: YES)、終了となる。

【0020】ステップ(S104)における溶着金属量の算出方法について説明する。GTAWの場合、溶接トーチから供給されるワイヤは溶接中に消滅することがないものと仮定する。このとき、単位時間内に供給されるワイヤ量Vwは、ワイヤ径d、溶接速度Vt、ワイヤ供給速度Vf、を用いて、

$$\text{【数1】 } Vw = \pi \times (d/2)^2 \times Vf \times Vt$$

となる。

【0021】次に、ステップ(S105)の溶着金属の\*

$$S = 1/2 \times H^2 \times (\tan \theta_1(t) + \tan \theta_2(t))$$

$$= \pi \times (d/2)^2 \times Vf \times Vt$$

より

$$H = \sqrt{\frac{\pi \times d^2 \times Vf \times Vt}{2 \times (\tan \theta_1(t) + \tan \theta_2(t))}}$$

となる。

【0026】また、図3(B)に示すように、n層目(n ≥ 2)のビード高さHnは、n層目の溶接時のトーチ姿勢をθ<sub>1</sub>(t)、θ<sub>2</sub>(t)、(n-1)層目のビード高さH<sub>n-1</sub>、トーチ姿勢をθ<sub>1</sub>'(t)、θ<sub>2</sub>'(t)★

$$S = 1/2 \times H_n^2 \times (\tan \theta_1(t) + \tan \theta_2(t))$$

$$- 1/2 \times H_{n-1}^2 \times (\tan \theta_1'(t) + \tan \theta_2'(t))$$

$$= \pi \times (d/2)^2 \times Vf$$

これから、ビード高さHnは、

☆40☆【数7】

$$H_n = \sqrt{\frac{\pi \times d^2 \times Vf + 2 \times H_{n-1}^2 \times (\tan \theta_1'(t) + \tan \theta_2'(t))}{2 \times (\tan \theta_1(t) + \tan \theta_2(t))}}$$

となる。

【0028】図4は、図3に示した溶接パスの生成方法における教示位置の算出方法の説明図である。

【0029】この図4に示すように、n層目の溶接パスを算出する場合には、トーチ姿勢θ、トーチ姿勢方向のビード高さH、(n-1)層目のビード高さH'、トーチ

\*形状の算出方法について説明する。

【0022】時刻t(0 ≤ t ≤ T)における溶着金属の断面積S(t)とする溶着金属量は、

$$\text{【数2】 } Vw = \int S(t) dt$$

であり、S(t)が一定値Sであるとする、上式からSが求まる。

【0023】

【数3】

$$Vw = ST = \pi \times (d/2)^2 \times Vf \times Vt$$

$$S = \pi \times (d/2)^2 \times Vf \times Vt$$

【0024】図3(A)、(B)は、図2に示した溶接パスの生成方法における溶着金属の形成の算出に関する説明図である。

【0025】この図3(A)に示すように、時刻tにおける開先角度θ(t)、トーチ姿勢θ<sub>1</sub>(t)およびθ<sub>2</sub>(t) = θ(t) - θ<sub>1</sub>(t)とし、ビード表面はトーチ方向に対して垂直になるものとする、ビード高さHは、

20 【数4】

※ ※【数5】

30★(t)を用いて表すと、単位時間当たりの断面積Sは次式で表される。

【0027】

【数6】

◆チ姿勢θ'、チップー母材間距離hとすると、

【数8】

$$H' = H \times \cos(\theta' - \theta)$$

$$Ht = H / \cos(\theta' - \theta) + h$$

◆50 となる。

【0030】以上のように、本実施形態によれば、多層盛溶接の各バスの教示点をコンピュータにより算出することができ、オペレータの負担を解消するとともに、教示データの作成時間を短縮することができる。

【0031】図5は、本発明の他の実施形態として、多層盛バタリング溶接のための教示点の自動生成の方法について示している。

【0032】この例では、多層盛バタリング溶接のバスを生成する場合に、溶接バスの間隔が任意の距離になるように、ワーク表面に教示点を生成する教示点生成手段と、教示点でのワーク表面が任意の角度になるように上記ワークを搭載したポジショナーの各動作軸位置を算出する動作軸位置算出手段とを備える。

【0033】この場合は、溶接条件として、多層盛バタリング溶接のビード間隔 $d$ を入力し、開先の頂点（中心点） $O$ から半径 $d$ の円を描く。このとき、溶接面との交点に教示点 $P1$ を生成する。次いで $P1$ を中心とする半径 $d$ の円を描き、溶接面との交点に教示点 $P2$ を生成する。同様に生成した教示点を中心とする半径 $d$ の円を描き、溶接面との交点に教示点を生成する。

【0034】本実施形態によれば、多層盛バタリング溶接に適用する場合の各バスの教示点をコンピュータを用いて算出することにより、オペレータの負担を解消するとともに教示データの作成時間を短縮することができる。

【0035】なお、本発明では別の実施形態として、溶接変形を考慮したオフライン教示データの生成が可能である。

【0036】即ち、コンピュータは、教示された溶接バスに設定された溶接条件に基づき、上記ワークの溶接変形量を算出する溶接変形量算出手段と、この溶接変形量算出手段により得られた変形量を基に上記ワークの3次元モデルの形状を変更する形状変更手段とを備えるものとする。

【0037】この場合には、まず与えられた溶接条件から、溶接による入熱量を算出する。この熱量に基づいて、溶接されるワークの温度分布を算出する。次いで、ワークの温度分布に基づいて熱弾塑性応力解析することによりワーク形状の変形をシミュレートし、ワークの3次元モデルを変更する。この後は、上記実施形態と同様の手段によってオフライン教示する。

【0038】このような手段によっても、溶接変形を計算によって予測することにより、溶接変形を考慮した教示データを作成することができる。

【0039】図6は、本発明のさらに別の実施形態として、オフライン教示データを用いた大型構造物の製造方法について示している。

【0040】この第6図において、大型構造物である溶接水車ランナのベーン61に、開先部分62を機械加工するための基準面となる3平面を有する突起63を取り

付ける。開先部分62の加工に用いられるNC加工機の性能により、ベーン61の開先部分62と突起63の3平面の位置関係は定量的に保証される。

【0041】オフライン教示装置においては、突起63を有するワークの3次元モデルを用いてオフライン教示データを作成する際に、この突起63にセンシングする動作命令を付加する。そして、作成したオフライン教示データをロボットで再生する場合に、突起63の3平面をセンサによって検出し、検出された誤差量を基に、オフライン教示データを修正して施工する。

【0042】以上の製造方法によれば、従来のオフライン教示データによる施工よりも、ロボットアーム先端に取り付けられた溶接トーチなどのツールの位置が正確であり、安定した溶接作業が可能となる。

【0043】

【発明の効果】以上のように、本発明によれば、与えられた溶接対象の形状および溶接条件から、ロボットによる多層盛溶接の教示データを自動生成することができる。また、与えられた溶接条件から溶接による対象の変形量を予測し、教示データを修正することにより、位置精度の高い教示データが作成できる。さらに、作成したデータをロボットで再生する場合には、溶接箇所の開先加工の基準面を有する突起に対してセンサにより誤差量を検出することにより、正確なロボットの動作を実現できると共に、安定した溶接作業が行える。

【0044】また、本発明によれば、オフライン教示データと実機の間が存在する誤差量を正確に検出し、オフライン教示データを修正することにより、ロボットの動作位置の精度の向上と共に、安定した溶接施工を実現でき、大型構造物の製造が好適に行える。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態を示すもので、ロボットのオフライン教示装置の構成図。

【図2】図1に示Dたオフライン教示システムによって、多層盛溶接のバスを生成する場合の手順を示すフローチャート。

【図3】(A)、(B)は、図2に示した溶接バスの生成方法における溶着金属の形状の算出に関する説明図。

【図4】図3に示した溶接バスの生成方法における教示位置の算出方法の説明図。

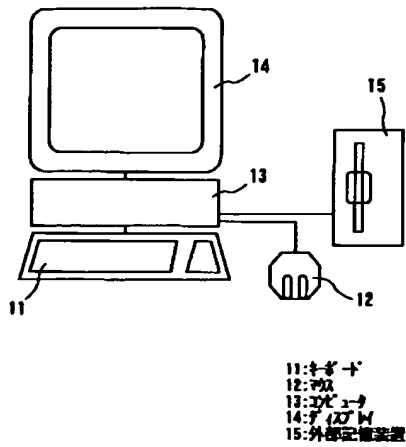
【図5】本発明の他の実施形態を示すもので、多層盛バタリング溶接における教示点の算出方法の説明図。

【図6】本発明に係る大型構造物の製造方法の実施形態を示す図。

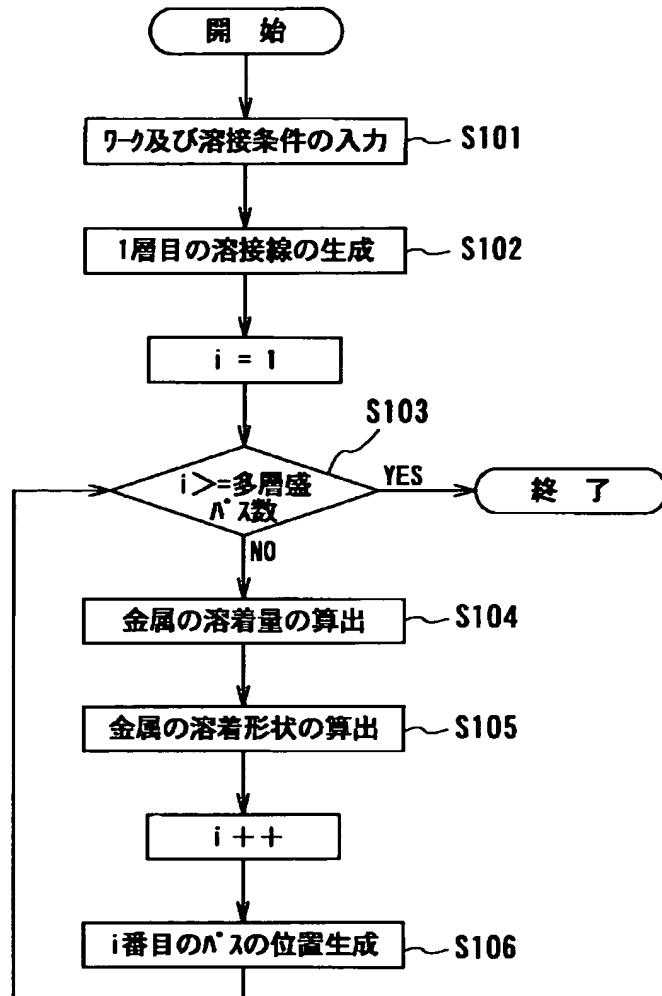
【符号の説明】

- 11 キーボード
- 12 マウス
- 13 コンピュータ
- 14 ディスプレイ
- 15 外部記憶装置

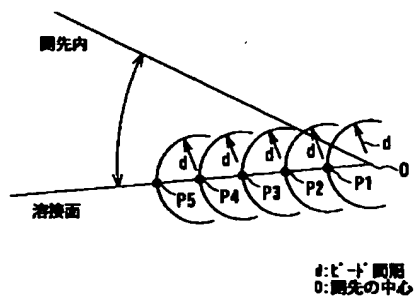
【図1】



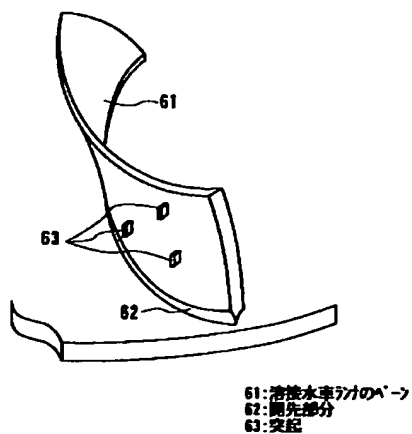
【図2】



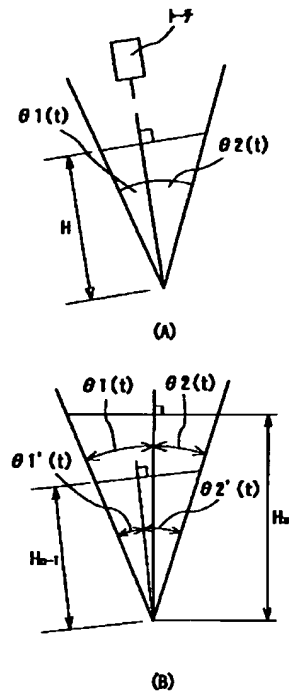
【図5】



【図6】

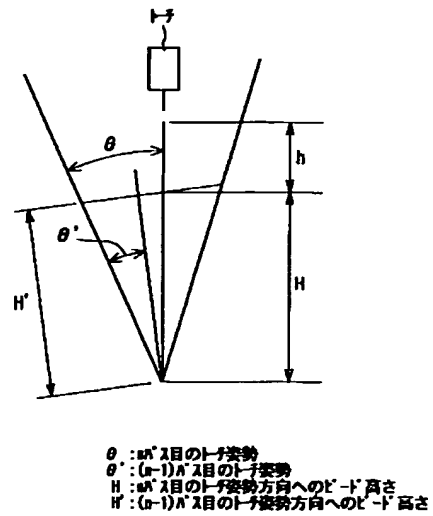


【図3】



$\theta(t)$ :時刻 $t$ における開先角度  
 $\theta_1(t)$ :時刻 $t$ における1-7姿勢  
 $\theta_2(t)$ :時刻 $t$ における1-7姿勢  
 $\theta_1'(t)$ :時刻 $t$ における前 $N$ スでの1-7姿勢  
 $\theta_2'(t)$ :時刻 $t$ における前 $N$ スでの1-7姿勢  
 $H_0$ : $\theta(t)$ 方向の $m$ ス目のビード高さ  
 $H_{0-1}$ : $\theta'(t)$ 方向の $(n-1)$ ス目のビード高さ

【図4】



$\theta$ : $m$ ス目の1-7姿勢  
 $\theta'$ : $(n-1)$ ス目の1-7姿勢  
 $H$ : $m$ ス目の1-7姿勢方向へのビード高さ  
 $h$ : $(n-1)$ ス目の1-7姿勢方向へのビード高さ